

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-302641

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

F 1 6 F 15/02

G 0 5 D 19/02

識別記号

庁内整理番号

A 9138-3 J

D 8914-3 H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-91949

(22)出願日 平成4年(1992)3月17日

(31)優先権主張番号 特願平3-207447

(32)優先日 平3(1991)7月23日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 岩淵 憲昭

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 久米 常生

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 石田 精

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

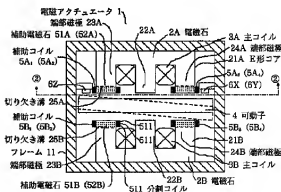
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電磁アクティブダンパー

(57)【要約】

【構成】 可動子4がギャップを介して対向する電磁石2の端部磁極23、24の先端に切り欠き溝25を設けて端部磁極を分割し、それぞれの端部磁極23、24に補助コイル5を巻回して補助電磁石を形成する。電磁石2の両端部に可動子と4電磁石5との間のギャップを検出する変位センサ6を設ける。変位センサ6からの信号に応じて補助コイル5を励磁し、補助磁石により可動子4と電磁石2との間のギャップが均一になるようにして可動子4の傾斜を防ぐものである。

【効果】 可動子の傾斜が小さくなるので、可動子と電磁石の間のギャップを小さくすることができ、損失の小さい効率の高い電磁アクチュエータを提供できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電磁石の磁極にギャップを介して対向させた可動子設けた電磁アクティブダンパーにおいて、前記電磁石の両端部の先端に前記両端を結ぶ方向に伸びる切り欠き溝を設けて分割した端部磁極と、それぞれの前記端部磁極に補助コイルを巻回して形成した補助電磁石と、前記電磁石の両端部に設けた可動子と電磁石の間のギャップを検出する変位センサと、前記変位センサからの信号に応じて前記ギャップを均一に保持するように前記補助コイルを励磁する励磁回路とを設けたことを特徴とする電磁アクティブダンパー。

【請求項2】 前記電磁石の一方の端部磁極に2個形成した前記補助電磁石と、前記補助電磁石側の電磁石端部に設けた1個の前記変位センサと、反対側の電磁石端部に間隔をおいて設けた2個の前記変位センサを設けた請求項1記載の電磁アクティブダンパー。

【請求項3】 前記電磁石を可動子を挟んで対向するように設けた請求項1または2記載の電磁アクティブダンパー。

【請求項4】 前記両方の端部磁極に設けた前記補助可動子を複数個に分割した分割コイルと、初期状態で前記可動子と前記電磁石との間のギャップが均一になる磁気吸引力を発生するように、前記分割コイルの接続数を適宜選択する端子とよりなる請求項1から3までのいずれか1項に記載の電磁アクティブダンパー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工作機械、ビルディング、あるいは船などの振動抑制を積極的に行う電磁アクティブダンパーに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、工作機械などの振動体の振動をアクティブダンパーにより吸収する場合、振動体の磁性体部分に磁気吸引力により指令値に応じた強制力を用いる電磁アクチュエータと、振動体の変位を検出する変位センサと、その変位センサの信号に応じて振動体の振動を抑制する強制力をアクチュエータに指令する制御装置とを備えたものが開示されている。（例えば特開平1-69840、実開平2-81946号公報）。また、図4に示すように、振動発生源Vにより振動される振動体Wに電磁アクチュエータ1を固定し、電磁アクチュエータ1のフレーム11の中に主コイル3によって励磁される二つの対向する電磁石2を設け、二つの電磁石2の間に可動子4を設け、フレーム11に可動子4の変位を検出する変位センサ5を設けたものがある。この場合、可動子4の両面と電磁石2との間には合計で、二つの電磁石2の間の間隔Hから可動子の厚さhを引いたギャップが形成される。振動体が振動力 $F = F_0 \sin \omega t$ で振動している時、可動子の変位 $x$ が、 $x = x_0 \sin \omega t$ になるように電磁石を励磁すれば、電磁アクチュエー

タから振動体に加わる強制力 $F'$ は、 $F' = -F_0 - x \sin \omega t$ となり、振幅を $F_0 = F_0'$ とすることにより、振動力 $F$ と強制力 $F'$ の方向が逆になって打ち消し合う。なお、 $x_0$ は可動子のストロークで、ギャップの範囲の中で振動する振幅である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、可動子のストロークに比較して電磁石が大きな面積を有する場合（例えば、平板形、馬蹄形等）には、可動子と電磁石間のギャップは均一になり難く、外乱、製作上の寸法アンバランス、材質の不均一等の原因で図5に示すように可動子が傾斜する。ギャップの狭くなったところはますますその部分の吸引力が増加し、傾斜を増加させることになる。そのため、必要な可動子のストロークに対して大きめの余裕を持ってギャップを設定すると、電流が増加し、損失が大きくなった。駆動用電源やアクチュエータが大形になるなどの欠点があった。本発明は、可動子の傾斜を防止してギャップが小さく、したがって損失の小さい振動抑制用の電磁アクチュエータを提供することを目的とするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、電磁石の磁極にギャップを介して対向させた可動子設けた電磁アクティブダンパーにおいて、前記電磁石の両端部の先端に前記両端を結ぶ方向に伸びる切り欠き溝を設けて分割した端部磁極と、それぞれの前記端部磁極に補助コイルを巻回して形成した補助電磁石と、前記電磁石の両端部に設けた可動子と電磁石の間のギャップを検出する変位センサと、前記変位センサからの信号に応じて前記ギャップを均一に保持するように前記補助コイルを励磁する励磁回路とを設けたものである。また、前記両方の端部磁極に設けた前記補助コイルを複数個に分割した分割コイルと、初期状態で前記可動子と前記電磁石との間のギャップが均一になる磁気吸引力を発生するように、前記分割コイルの接続数を適宜選択する端子とよりなるものである。

## 【0005】

【作用】電磁石の端部磁極の先端に切り欠き溝を設けて端部磁極を分割し、それぞれの端部磁極に複数個に分割した補助コイルを巻回して、補助電磁石を形成し、電磁石の両端部に可動子と電磁石の間のギャップを検出する変位センサを設けて、変位センサからの信号に応じて補助コイルを励磁し、補助磁石により可動子と電磁石との間のギャップが均一になるようにしてあるので、初期状態で補助コイルの接続数を選択して可動子の傾きを少なくすると共に、電磁石によって可動子を駆動しながら可動子の傾斜を防ぐことができる。

## 【0006】

【実施例】本発明を図に示す実施例について説明する。図1は本発明の実施例を示す側断面図、図2は図1に示

す②-②断面に沿う平断面図で、電磁アクチュエータ1のフレーム111の中に二つの電磁石2A、2Bを磁極が対向するように固定している。電磁石2A、2BはE形コア21A、21Bの中央磁極22A、22Bに主コイル3A、3Bを装着して構成し、主コイル3A、3Bを所定の周波数の電圧または電流で励磁することにより、電磁石2A、2Bの間にギャップを介して設けられた平板状の磁性体の可動子4を振動するようにしてある。E形コアの両方の端部磁極23A、24A、23B、24Bには先端に両方の端部を結ぶ方向に伸びる切り欠き溝25A、25Bを設け、それぞれの端部磁極に二つの補助コイル5(5A<sub>1</sub>、5A<sub>2</sub>、5A<sub>3</sub>、5A<sub>4</sub>、および5B<sub>1</sub>、5B<sub>2</sub>、5B<sub>3</sub>、5B<sub>4</sub>)が巻回されて、補助電磁石51A、52A、53A、54A、51B、52B、53B、54Bを形成している。各補助コイル5は更に3個の分割コイル511に分割されて、各分割コイル511の端子は適宜互いに接続できるようにしてある。フレーム111の内側の一方端に2個の変位センサ6X、6Yが、他方端に1個の変位センサ6Zが固定され、可動子4の両端付近に対向して3個の変位センサ6の先端が1平面上に位置決めされている。主コイル3A、3Bは図3(a)に示す励磁回路により、電磁石2A、2Bの中心位置のギャップxが指令値 $x_0 \sin \omega t$ に一致するように電磁石2A、2Bを励磁する。なお、7は演算器、8は位相制御器、9は分配器である。今、初期状態が図1に破線で示すように、可動子4が電磁石2A、2Bの磁極面に対して傾斜し、変位センサ6Zが対向する方の可動子4の増部が上がり、変位センサ6X、6Yが対向する方が下がった状態であったとする。各変位センサ6は、可動子4の両端部と各端部磁極との間の距離をそれぞれ検出する。この各変位センサ6の検出値に基づいて、可動子4との距離が大きい端部磁極に巻回した補助コイルを励磁して可動子4を吸引する。この場合は、補助コイル5A<sub>2</sub>、5A<sub>4</sub>および5B<sub>1</sub>、5B<sub>2</sub>を励磁し、可動子4の端部を端部磁極23Bと24Aに吸引して近づけ、傾斜を小さくして可動子と電磁石の間のギャップを均一な状態にする。磁気吸引力の調整は、可動子4の傾きが最も小さくなるように、各補助コイルの分割コイル511の数を選択して決め、相互に接続するとともに主コイル3A、3Bと並列に接続する。次に、振動状態では、補助コイル5A<sub>1</sub>、5B<sub>1</sub>は図3(b)に示す励磁回路により、補助電磁石51A、51Bを、補助コイル5A<sub>2</sub>、5B<sub>2</sub>は図3(c)に示す励磁回路により補助電磁石52A、52Bを励磁する。電磁石2Aと可動子4との間のギャップは変位センサ6X、6Y、6Zで検出する。変位センサ6X、6Y、6Zが出力する信号をそれぞれ $X_5$ 、 $Y_5$ 、 $Z_5$ とし、電磁石2Aと2Bとの間の距離から可動子4の厚さを引いた長さを $2\sigma$ すると、励磁回路の演算器7によって演算される電磁石2Aの中心位置のギャップxが、

$x = \{ (X_5 + Y_5) / 2 + Z_5 \} / 2 > \sigma$ のときは、補助コイル5A<sub>1</sub>、5A<sub>2</sub>を励磁するものとする。ギャップxが、

$x = \{ (X_5 + Y_5) / 2 + Z_5 \} / 2 < \sigma$ のときは、補助コイル5B<sub>1</sub>、5B<sub>2</sub>を励磁するものとする。平均ギャップxと補助電磁石51のギャップの差は、

$$\begin{aligned} & \{ x - (X_5 + Y_5) / 2 + (X_5 - Y_5) / 2 \\ & = x - Y_5 = \{ (X_5 + Y_5) / 2 - Z_5 \} / 2 - Y_5 \\ & = (X_5 / 4) - (3 Y_5 / 4) + (Z_5 / 2) \end{aligned}$$

で表されるので、この差が零になるように、図3(b)に示すような励磁制御回路を構成する。なお、補助電磁石52Aに対しては、同様に考えて図3(c)に示す回路となる。また、補助コイル5A<sub>1</sub>、5A<sub>2</sub>と5B<sub>1</sub>、5B<sub>2</sub>のいずれを励磁するかは、可動子4と電磁石2とのギャップの小さい側の補助コイルで励磁するように選択する。変位センサ6Xまたは6Yと6Zとを結ぶ方向に可動子4が傾斜している場合は、変位センサ6Zの信号 $Z_5$ の値に応じて補助コイル5A<sub>1</sub>、5A<sub>2</sub>または5B<sub>1</sub>、5B<sub>2</sub>を励磁し、傾斜を防ぐ。

【0007】なお、補助コイルを一方の電磁石の端部磁極、例えば端部磁極23Aにだけに補助コイル5A<sub>1</sub>、5A<sub>2</sub>を設けてもよい。このときは、制御回路や電磁石が簡単になるが、可動子の全ストロークにわたって吸引力の補正を行うための容量が必要になる。また、本発明の電磁石を構成するコアはE形コアに限るものではなく、C形コアなどにも適用できる。また、可動子が細長い場合は、変位センサを長手方向の端部に対向するように2個設けるようにしてもよい。

【0008】【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、電磁石に設けた補助コイルによって可動子の傾きを補正し、可動子と電磁石との間のギャップが不均一になることを防止するので、可動子のストロークを電磁石間のギャップいっぱいまで小さくすることができる。したがって、所定の振動抑制する力を発生するアクチュエータを小形にすることができ、電源も小さな容量で済むなどの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す側断面図である。

【図2】図1に示す②-②断面に沿う平断面図である。

【図3】(a)電磁石の励磁回路である。

【図3】(b)、(c)補助磁石の励磁回路である。

【図4】従来例を示す側断面図である。

【図5】従来例の要部側断面図である。

【符号の説明】

1 電磁アクチュエータ

11 フレーム

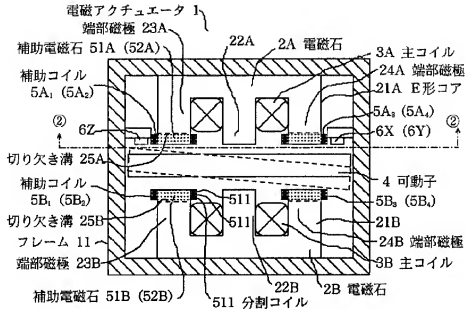
2(2A、2B) 電磁石

21A、21B E形コア

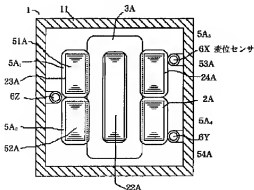
5  
 22A, 22B 中央磁極  
 23A, 23B, 24A, 24B 端部磁極  
 25A, 25B 切り欠き溝  
 3(3A, 3B) 主コイル  
 4 可動子  
 5(5A<sub>1</sub>, 5A<sub>2</sub>, 5A<sub>3</sub>, 5A<sub>4</sub>, 5B<sub>1</sub>, 5B<sub>2</sub>, 5B<sub>3</sub>, 5B<sub>4</sub>) 補助コイル

6  
 51A, 52A, 53A, 54A, 51B, 52B, 53B, 54B 補助電磁石  
 511 分割コイル  
 6(6X, 6Y, 6Z) 変位センサ  
 7 演算器  
 8 位相制御器  
 9 分配器

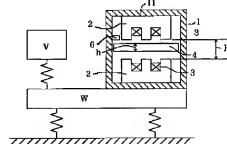
【図1】



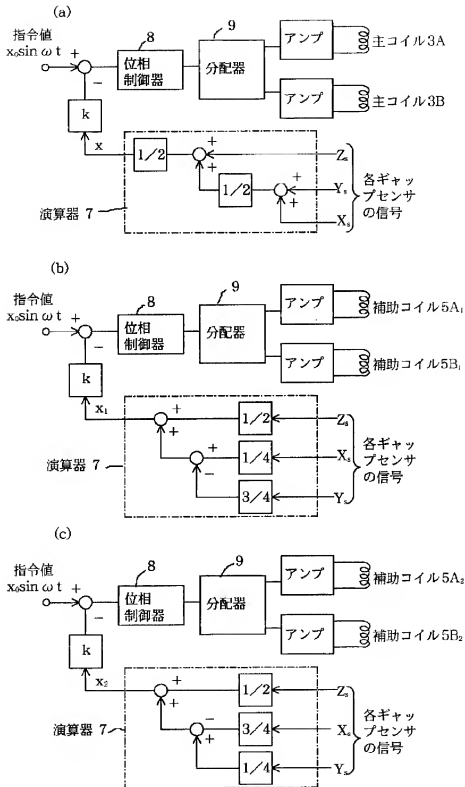
【図2】



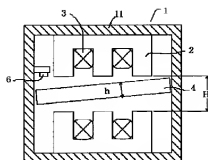
【図4】



【図3】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年4月12日

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す側断面図である。

【図2】図1に示す②-②断面に沿う平面断面図である。

【図3】(a)電磁石の励磁回路、(b)、(c)補助磁石の励磁回路である。

【図4】従来例を示す側断面図である。

【図5】従来例の要部側断面図である。

【符号の説明】

1 電磁アクチュエータ

11 フレーム

2 (2A, 2B) 電磁石

21A, 21B E形コア

22A, 22B 中央磁極

23A, 23B, 24A, 24B 端部磁極

25A, 25B 切り欠き溝

3 (3A, 3B) 主コイル

4 可動子

5 (5A<sub>1</sub>, 5A<sub>2</sub>, 5A<sub>3</sub>, 5A<sub>4</sub>, 5B<sub>1</sub>, 5B<sub>2</sub>, 5B<sub>3</sub>, 5B<sub>4</sub>) 補助コイル

51A, 52A, 53A, 54A, 51B, 52B, 53B, 54B 補助電磁石

511 分割コイル

6 (6X, 6Y, 6Z) 変位センサ

7 演算器

8 位相制御器

9 分配器

フロントページの続き

(72)発明者 杠 賢夫

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
株式会社安川電機内